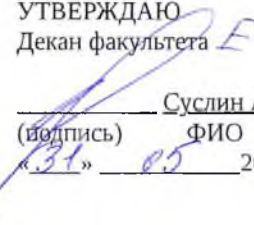


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета   
\_\_\_\_\_  
(подпись) Суслин А. В.  
ФИО  
«31» 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ

Направление/специальность подготовки	15.03.01 Машиностроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Машины и технология обработки металлов давлением
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

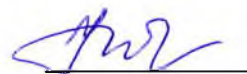
**15.03.01 Машиностроение**

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА  
АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Нестеров Николай Иванович, к.т.н., заведующий кафедрой



Кафедра Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА  
АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Филин Дмитрий Сергеевич, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.

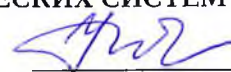


Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-1.05 — умеет определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1.05**

*знания:*

основных математических, физических, химических и других положений, законов и иных сведений, необходимых для применения в области обработки металлов давлением при изготовлении машиностроительной продукции;;

*умения:*

применять физико-математические методы для проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении;

*навыки:*

проведения расчетов параметров напряженно-деформированного состояния заготовки в процессе обработки металлов давлением.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ, ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-12 — Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения
- ОПК-13 — Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения
- ПСК-1.02 — умеет проводить эксперименты по стандартным и заданным методикам с обработкой и анализом результатов
- ПСК-1.05 — умеет определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования
- ПСК-1.06 — способен обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области машиностроения
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-1.05
3	6	<b>Раздел 1. Введение в теорию пластичности.</b> 1.1 Характеристика содержания дисциплины. 1.2 Краткие сведения из истории создания и развития дисциплины, роль отечественных ученых в ее разработке. 1.3 Теория пластичности как научная база теории и технологии ОМД, расчетов деталей и конструкций на прочность. 1.4 Модель строения деформируемого твердого тела. Стороны задачи математического описания процесса деформации твердого тела.	8	2	2	0	6	5
3	6	<b>Раздел 2. Механическая сторона задачи (теория напряжений).</b> Напряжения в окрестности материальной точки. Тензор напряжений и его разложение. Соглашение о знаках напряжений. Гидростатическое давление. Напряжения на наклонной площадке тетраэдра. Главные площадки, главные оси, главные нормальные напряжения. Инварианты тензора и девиатора напряжений. Связь между инвариантами. Наибольшие касательные напряжения. Напряжения на октаэдрической площадке. Эллипсоид напряжений. Графическое представление напряженного состояния по В.М. Розенбергу. Вид напряженного состояния и его характеристики. Напряжения в близлежащих одна к другой точках. Дифференциальные уравнения равновесия. Плоское и осесимметричное напряженное состояние.	22	12	6	6	10	20
3	6	<b>Раздел 3. Геометрическая сторона задачи (теория деформации).</b> Начальные и текущие координаты. Малая и конечная деформация (понятия, математические выражения). Малая деформация. Компоненты перемещения и деформации в заданной точке. Изменение объема материального элемента. Тензор деформации и его разложение. Компоненты перемещения вблизи заданной точки. Дифференциальные зависимости компонентов деформации от компонентов перемещения (уравнения Коши). Условия совместности (неразрывности) компонентов деформации (уравнения Сен-Венана). Преобразование шара в эллипсоид. Главные оси и главные компоненты линейной деформации. Инварианты тензора и девиатора малой деформации. Связь между инвариантами. Графическое представление деформированного состояния по В.М. Розенбергу. Вид деформированного состояния и его характеристики. Конечная деформация. Преобразование шара в эллипсоид. Главные оси и главные компоненты линейной деформации. Условия сохранения объема элемента. Скорость деформации. Компоненты скорости деформации. Дифференциальные зависимости компонентов скорости деформации от компонентов скорости перемещения. Главные оси и главные компоненты скорости линейной деформации. Тензор скорости деформации. Инварианты тензора скорости деформации. Связь между инвариантами. Условия несжимаемости. Графическое представление деформированного состояния по В.М. Розенбергу через параметры скорости деформации. Вид скорости деформации и его характеристики. Монотонность конечной деформации. Степень деформации.	22	12	6	6	10	20
3	6	<b>Раздел 4. Физическая сторона задачи (связь параметров деформации с напряжениями).</b> Связь параметров упругой деформации с напряжениями. «Цепочка Генки». Условия пластичности (постоянства наибольшего касательного напряжения, постоянства удельной работы формоизменения – энергетическое). Связь параметров малой пластической деформации с напряжениями. Связь параметров конечной деформации с напряжениями. Характеристики пластичности и сопротивления пластическому деформированию. Факторы, определяющие величину предельной пластической деформации. Сверхпластичность. Факторы, определяющие величину сопротивления пластическому деформированию. Эффект Баушингера.	19	9	6	3	10	20
3	6	<b>Раздел 5. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.</b> Общая система уравнений для малой и для конечной деформации. Методы приближенного решения задач: сопротивления материалов пластическому деформированию, совместного решения приближенных уравнений равновесия с приближенным условием пластичности; линий скольжения; энергетические. Пример решения задачи: конечная деформация длинной толстостенной цилиндрической трубы под действием внутреннего и наружного равномерного давления.	15	8	6	2	7	15
3	6	<b>Раздел 6. Основы теории разрушения.</b> 6.1 Основы механики разрушения 6.2 Критерии разрушения в напряжениях 6.3 Механика трещин 6.4 Деформационные критерии разрушения 6.5 Теория накопления разрушений.	12	6	6	0	6	10
3	6	<b>Раздел 7. Основные виды процесса пластической деформации.</b> Растяжение. Испытание растяжением. Сжатие. Напряженно-деформированное состояние материала сплошного цилиндрического тела при деформировании осевой силой. Сжатие, как метод испытания материалов с целью определения характеристик механических свойств.	10	2	2	0	8	10
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Механическая сторона задачи (теория напряжений).	Решение задач по теории напряжений	4
2		Выдача домашнего задания № 1 и объяснение порядка его выполнения	2

3	Раздел 3. Геометрическая сторона задачи (теория деформации).	Решение задач по теории деформации.	4
4		Выдача домашнего задания № 2 и объяснение порядка его выполнения	2
5	Раздел 4. Физическая сторона задачи (связь параметров деформации с напряжениями).	Решение задач по связи параметров деформации с напряжениями.	2
6		Выдача домашнего задания № 3 и объяснение порядка его выполнения	1
7	Раздел 5. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.	Конечная деформация длинной толстостенной цилиндрической трубы под действием внутреннего и наружного равномерного давления.	2
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в теорию пластичности.	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	6
2	Раздел 2. Механическая сторона задачи (теория напряжений).	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	6
3		Выполнение домашнего задания ДЗ № 1.	4
4	Раздел 3. Геометрическая сторона задачи (теория деформации).	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	6
5		Выполнение домашнего задания ДЗ № 2.	4
6	Раздел 4. Физическая сторона задачи (связь параметров деформации с напряжениями).	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	8
7		Выполнение домашнего задания ДЗ № 3.	2
8	Раздел 5. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	7
9	Раздел 6. Основы теории разрушения.	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	6
10	Раздел 7. Основные виды процесса пластической деформации.	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	8
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>57</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>6</b>					ДЗ	ДР			ДЗ	ДР					ДЗ	ДР	Вопр. Экз, Тест

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Тест – тест;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- тест;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Теория пластичности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 36 экз.
2. А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 73 экз.
3. К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности. СПб.: Политехника, 2009, 70 экз.
4. К. М. Иванов, Э. И. Ульянов, Д. В. Усманов. . Механика предельных пластических состояний. Разрушение. Устойчивость. Волны. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, 96 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://moodle.voenmeh.ru/course/view.php?id=5611> — БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова // Moodle: Вход на сайт;
2. <https://e.lanbook.com/> (ЭБС ЛАНБ);
3. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) (Электронная библиотека университета) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. PTC Mathcad Prime 5.0.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. PTC Mathcad Prime 5.0.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова* кафедрой *Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.05 умеет определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с фундаментальными основами теории обработки металлов давлением (Модель строения деформируемого твердого тела. Механическая сторона задачи (теория напряжений). Геометрическая сторона задачи (теория деформации). Физическая сторона задачи (связь параметров деформации с напряжениями). Основные виды процесса пластической деформации. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение. Методы экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния пластически деформируемого твердого тела).

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- тест;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение в теорию пластичности.</b>		
Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности: СПб.: Политехника, 2009 (Введение, с.4-28) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (с. 3-12)	6
Итого по разделу 1		6
<b>Раздел 2. Механическая сторона задачи (теория напряжений).</b>		
Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности: СПб.: Политехника, 2009 (с. 72-96) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (с. 19-39)	6
Выполнение домашнего задания ДЗ № 1.	. Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (с. 3-48)	4
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Геометрическая сторона задачи (теория деформации).</b>		
Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	. Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (с. 49-69) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности: СПб.: Политехника, 2009 (с. 29-72) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (с.40-63)	6
Выполнение домашнего задания ДЗ № 2.		4
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Физическая сторона задачи (связь параметров деформации с напряжениями).</b>		
Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	. Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (с. 75-77) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (с. 64-71)	8
Выполнение домашнего задания ДЗ № 3.		2
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.</b>		
Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности: СПб.: Политехника, 2009 (с. 298-319) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (с.85-90)	7

Итого по разделу 5		7
<b>Раздел 6. Основы теории разрушения.</b>		
Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	К. М. Иванов, Э. И. Ульянов, Д. В. Усманов. . Механика предельных пластических состояний. Разрушение. Устойчивость. Волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (2)	6
Итого по разделу 6		6
<b>Раздел 7. Основные виды процесса пластической деформации.</b>		
Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы.	К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности: СПб.: Политехника, 2009 (с. 109-132)	8
Итого по разделу 7		8

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- тест;
- домашнее задание;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы к экзамену

Экзаменационные вопросы

1. Общая характеристика дисциплины "Теория пластичности".
2. Рабочая модель строения твердого тела. Понятие о материальной точке, материальном элементе, материальной частице. Идеализация свойств деформируемого материала. Однородность деформации.
3. Три стороны задачи теории пластичности.
4. Напряжения в окрестности материальной точки. Соглашение о знаках напряжений. Тензор напряжений и его разложение. Гидростатическое давление.
5. Определение напряжений на наклонной площадке по напряжениям на основных площадках.
6. Главные площадки, главные оси и главные напряжения.
7. Инварианты тензора и девиатора напряжений.
10. Наибольшие касательные напряжения.
11. Напряжения на октаэдрической площадке.
12. Эллипсоид напряжений.
13. Графическое представление напряженного состояния по В.М. Розенбергу. Вид напряженного состояния и его характеристики.
14. Напряжения в близлежащих одна к другой точках. Дифференциальные уравнения равновесия (движения) в прямоугольной и цилиндрической системах координат.
15. Осесимметричное и плоское напряженное состояние (тензор напряжений и уравнения равновесия).
16. Понятие о начальных и текущих координатах. Малая и конечная деформация, способы их выражения.
17. Обозначения компонентов перемещения и компонентов малой деформации. Изменение объема деформируемой частицы. Тензор малой деформации и его разложение.
19. Обозначения компонентов перемещения вблизи заданной точки при малой деформации. Дифференциальные зависимости компонентов малой деформации от компонентов перемещения (уравнения Коши).
20. Условия (уравнения) неразрывности малой деформации (уравнения Сен-Венана).
21. Преобразование шара в эллипсоид при малой деформации.
22. Главные оси и главные компоненты малой деформации. Инварианты тензора малой деформации.
23. Графическое представление деформированного состояния по В.М. Розенбергу при малой деформации. Вид деформированного состояния и его характеристики.
24. Преобразование шара в эллипсоид при конечной деформации. Понятие о тензоре результирующего формоизменения. Главные оси и главные компоненты конечной деформации.
25. Скорость деформаций. Тензор скорости деформации. Главные компоненты скорости деформации.
26. Инварианты тензора скорости деформации. Вид скорости деформации и его характеристики.
27. Монотонность деформации. Главные компоненты конечной монотонной деформации. Степень конечной деформации.
28. Связь между параметрами упругой деформации и напряжениями.
29. Условия пластичности.
30. Связь между параметрами малой пластической деформации и напряжениями в условиях простого нагружения.

31. Связь между параметрами конечной деформации и напряжениями (общий случай - немонотонная деформация, частный случай - монотонная деформация).
  32. Характеристики пластичности. Факторы, определяющие значения характеристик пластичности. Сверхпластичность.
  33. Характеристики сопротивления пластическому деформированию. Факторы, определяющие величину сопротивления.
  34. Математическая постановка задачи на пластическое деформирование. Упрощающие допущения. Системы уравнений для плоской и осесимметричной деформаций.
  35. Методы приближенного решения задач на пластическое деформирование. Общая характеристика методов.
  36. Метода приближенного решения задач на пластическое деформирование. Метод сопротивления материалов пластическому деформированию.
  37. Методы приближенного решения задач на пластическое деформирование. Метод совместного решения приближенных уравнений равновесия и условия пластичности.
  38. Энергетические методы приближенного решения задач на пластическое деформирование.
  39. Методы приближенного решения задач на пластическое деформирование. Метод линий скольжения.
  40. Характеристика экспериментальных методов с использованием делительной сетки.
  41. Характеристика экспериментальных методов твердости, микроструктурных измерений и моделирования на многослойном материале.
  42. Характеристика экспериментальных методов муаровых полос и поляризационно-оптического.
- В экзаменационном билете три вопроса.

### Тест

#### Вопросы для тестирования

1. Основными гипотезами механики сплошных сред являются (введите правильные ответы):
2. Чему равен первый инвариант тензора напряжений?
3. Чему равен первый инвариант девиатора напряжений?
4. Чему равен второй инвариант девиатора напряжений?
5. Чему равен третий инвариант девиатора напряжений?
6. Какое из нормальных напряжений в окрестностях материальной точки имеет алгебраически максимальное значение?
7. Какое из нормальных напряжений в окрестностях материальной точки имеет алгебраически минимальное значение?
8. Интенсивность напряжений определяют по формуле (введите правильные ответы):
9. Интенсивность напряжений определяют по формуле:
10. В каком интервале изменяется угол вида напряженного состояния?
11. Как рассчитывается показатель вида напряженного состояния?
12. В каком интервале изменяется показатель вида напряженного состояния?
13. Какое касательное напряжение в окрестностях материальной точки имеет максимальное по абсолютной величине значение?
14. Какому значению угла вида напряженного состояния соответствует вид напряженного состояния «растяжение»?
15. Какому значению угла вида напряженного состояния соответствует вид напряженного состояния «сжатие»?
16. Какому значению угла вида напряженного состояния соответствует вид напряженного состояния «сдвиг»?
17. Вид напряженного состояния «простое растяжение» характеризуется следующими соотношениями параметров:
18. Вид напряженного состояния «простое сжатие» характеризуется следующими соотношениями параметров:
19. Вид напряженного состояния «простой сдвиг» характеризуется следующими соотношениями параметров:
20. Осесимметричное напряженное состояние характеризуется следующими свойствами:
21. Дифференциальные уравнения равновесия для осесимметричного напряженного состояния:
22. Дифференциальные уравнения равновесия (в общем случае):
23. Дифференциальные уравнения равновесия для плоской задачи (плоское напряженное и плоское деформированное состояние):
24. Плоское напряженное состояние характеризуется следующими свойствами:
25. Плоское деформированное состояние характеризуется следующими свойствами:
26. Деформацию считают однородной, если:
27. Укажите тензор малой деформации:
28. Шаровой тензор малой деформации отражает:
29. Девиатор малой деформации отражает:

30. Укажите девиатор малой деформации:
  31. Укажите шаровой тензор малой деформации:
  32. Первый инвариант тензора малой деформаций имеет определенный физический смысл:
  33. Какая из главных линейных деформаций в окрестностях материальной точки имеет алгебраически максимальное значение?
  34. Какая из главных линейных деформаций в окрестностях материальной точки имеет алгебраически минимальное значение?
  35. Интенсивность малой деформации определяют по формуле (введите правильные ответы):
  36. Интенсивность малой деформации определяют по формуле:
  37. В каком интервале изменяется угол вида малой деформации?
  38. Как рассчитывается показатель вида малой деформации?
  39. В каком интервале изменяется показатель вида малой деформации?
  40. Первый инвариант тензора скорости деформаций (введите правильные ответы):
  41. Вид деформированного состояния «простое растяжение» при конечной деформации характеризуется следующими соотношениями параметров:
  42. Вид деформированного состояния «простое сжатие» при конечной деформации характеризуется следующими соотношениями параметров:
  43. Вид деформированного состояния «простой сдвиг» при конечной деформации характеризуется следующими соотношениями параметров:
  44. Деформацию считают монотонной, если:
  45. Логарифмические деформации определяют по формуле:
  46. Условие пластичности Губера – Мизеса – Генки (энергетическое) (введите правильные ответы):
  47. Условие пластичности Треска – Сен-Венана (условие постоянства главных касательных напряжений):
  48. Какие механические свойства, определяемые в соответствии с ГОСТ 1497-84, достоверно отражают пластические свойства металлов или сплавов? (введите правильные ответы)
  49. Могут ли отличаться механические свойства металла одного химического состава?
  50. Какие механические свойства металлов и сплавов определяют испытанием цилиндрических образцов растяжением в соответствии с ГОСТ 1497-84?
- Тест для приема экзамена состоит из 30 вопросов. На каждый вопрос предлагается по 4 ответа. Необходимо выбрать один или несколько, по мнению обучающегося, правильных ответов. Если в тесте предложен один правильный ответ, то за его выбор обучающийся получает 1 балл. Если в тесте предложено несколько правильных ответов, то они могут иметь одинаковый или разный вес (доля от одного балла, например, 0,5; 0,33(3), 0,8; 0,2).
- Критерии оценок при приеме экзамена по результатам тестирования: отлично – от 29 до 30 баллов; хорошо – от 25 до 29 баллов; удовлетворительно – от 20 до 25 баллов; неудовлетворительно – менее 20 баллов.

### **Домашнее задание**

Домашние задания по дисциплине предполагают решение задач. Критерий оценивания – задание считается выполненным и сданным, если правильно решены все задачи задания.

### **Экзамен**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Оценка «Отлично» выставляется студенту, прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему, в ответе которого тесно увязывается теория с практикой. При этом студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с литературой, правильно обосновывает принятые решения.

Оценка «Хорошо» выставляется студенту, знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает затруднения при выполнении практических задач.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-1.05	
3	6	Раздел 1. Введение в теорию пластичности.	8	2	2	0	6	5	Вопросы к экзамену, Тест
3	6	Раздел 2. Механическая сторона задачи (теория напряжений).	22	12	6	6	10	20	Вопросы к экзамену, Тест, Домашнее задание
3	6	Раздел 3. Геометрическая сторона задачи (теория деформации).	22	12	6	6	10	20	Вопросы к экзамену, Домашнее задание, Тест
3	6	Раздел 4. Физическая сторона задачи (связь параметров деформации с напряжениями).	19	9	6	3	10	20	Вопросы к экзамену, Домашнее задание, Тест
3	6	Раздел 5. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.	15	8	6	2	7	15	Вопросы к экзамену, Тест
3	6	Раздел 6. Основы теории разрушения.	12	6	6	0	6	10	Вопросы к экзамену, Тест
3	6	Раздел 7. Основные виды процесса пластической деформации.	10	2	2	0	8	10	Вопросы к экзамену, Тест
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	